



## پیش‌بینی تولد نوزاد نارس در مادران باردار شده از طریق فن‌آوری‌های کمک باروری با استفاده از شبکه عصبی

مصطفی لنگری زاده<sup>۱</sup> / مرجان قاضی سعیدی<sup>۲</sup> / مژگان کرم نیای فر<sup>۳</sup> / منیژه حسین پور<sup>۴</sup>

چکیده

**مقدمه:** امروزه فن‌آوری‌های کمک باروری به‌طور گسترده‌ای برای درمان ناباروری زوجین مورد استفاده قرار می‌گیرد. میزان تولد نارس در نوزادان مادرانی که از طریق فن‌آوری‌های کمک باروری باردار گردیده‌اند، بیش‌تر از بارداری‌های طبیعی می‌باشد. هدف این مطالعه پیش‌بینی تولد نوزادان نارس در مادران باردار شده از طریق فن‌آوری‌های کمک باروری می‌باشد.

**روش‌کار:** در این مطالعه گذشته نگر، ابتدا ۴۵ متغیر تاثیرگذار بر تولد نارس در مادران باردار شده از طریق فن‌آوری‌های کمک باروری شناسایی شدند و از پرونده بالینی این مادران در بیمارستان صارم از سال ۱۳۷۷ تا شهریور ۱۳۹۳، در پاییز ۱۳۹۲ استخراج شد. متغیرهای تاثیرگذار با استفاده از الگوریتم انتخاب ویژگی و درخت تصمیم در نرم‌افزار SPSS Clementine شناسایی شد. شبکه عصبی پرسپترون چندلایه در نرم‌افزار Matlab طراحی گردید. ارزیابی شبکه بر اساس ماتریس آشفتگی و معیارهای ویژگی، حساسیت و صحت انجام گردید.

**یافته‌ها:** با استفاده از الگوریتم انتخاب ویژگی و درخت تصمیم، ۱۵ متغیر تاثیرگذار به عنوان ورودی شبکه عصبی انتخاب گردید. شبکه پرسپترون چندلایه طراحی و ارزیابی شد. شبکه عصبی طراحی شده در داده‌های تست دارای صحت ۸۷/۲ درصد، حساسیت ۸۰/۰ درصد، ویژگی ۸۸/۲ درصد و در کل داده‌ها دارای صحت ۹۵/۴ درصد، حساسیت ۹۵/۰ درصد و ویژگی ۹۵/۵ درصد بود.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش، استفاده از شبکه پرسپترون چندلایه برای پیش‌بینی نتیجه زایمان از نظر تولد نوزاد ترم یا نوزاد نارس در مادران باردار شده از طریق فن‌آوری‌های کمک باروری می‌تواند در پیشگیری از عوارض تولد نوزاد نارس کمک کننده باشد.

**کلیدواژه‌ها:** فن‌آوری کمک باروری، شبکه عصبی، نوزاد نارس

• وصول مقاله: ۹۳/۱۱/۱۷ • اصلاح نهایی: ۹۴/۰۶/۲۸ • پذیرش نهایی: ۹۴/۰۸/۲۴

۱. استادیار گروه مدیریت اطلاعات سلامت، دانشکده مدیریت و اطلاع‌رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

۲. استادیار گروه مدیریت اطلاعات سلامت، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۳. متخصص زنان و زایمان، مرکز تحقیقات سلولی صارم، بیمارستان صارم، تهران، ایران؛ نویسنده مسئول (drkaramnia@yahoo.com)

۴. دانشجوی ارشد انفورماتیک پزشکی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

به نوزادان نارس می‌باشد. یکی از راهکارهای کلیدی برای درمان زایمان زودرس، تشخیص زودهنگام آن می‌باشد [۹]. متخصصان سلامت بر این باورند که پیشگیری تولد زودرس بهتر از درمان نوزاد نارس پس از تولد می‌باشد، اما فقدان ابزارهای پشتیبان تصمیم جهت پیش‌بینی تولد زودرس مشکلی است که با آن مواجهند [۱۰].

بنابراین، پیش‌بینی صحیح و دقیق زایمان زودرس بسیار مهم می‌باشد. یک روش مفید برای این منظور استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN: Artificial Neural Network) است که رقیبی برای مدل‌های آماری سنتی می‌باشد. ANN با یک معماری مناسب قادر به انجام مدل سازی مطلوب می‌باشد و در زمینه‌های متنوع پزشکی و پژوهش‌های اپیدمیولوژی به طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد [۱۱]. شبکه عصبی مصنوعی، از زیر مجموعه‌های هوش مصنوعی است که از روند مشابه پردازش اطلاعات توسط مغز انسان، کسب دانش از طریق فرایند آموزش و ذخیره‌سازی آن بوسیله نقاط قوت اتصالات بین نورونی استفاده می‌کند. و به وسیله مجموعه‌ای از خروجی‌های مبتنی بر شرایط داده‌های ورودی ایجاد می‌شود. در مورد پایگاه داده‌های پزشکی، شبکه عصبی می‌تواند منجر به مجموعه‌ای از نتایج بالینی از متغیرهای ورودی موجود در پایگاه داده شود [۱۲]. در کاربردهای پزشکی، شبکه‌های عصبی برای افزایش دقت تشخیص پزشکی جهت ارزیابی بیماری بیماران مورد استفاده قرار گرفته‌است. شبکه‌های عصبی به طور موثری می‌توانند جایگزین روش‌های سنتی پیش‌بینی، با دقت بیشتری گردند. این شبکه‌ها می‌توانند تکنیک مفیدی برای پیش‌بینی و طبقه‌بندی داده‌های پزشکی باشند [۱۳]. شبکه‌های عصبی پیش رو اولین و مسلماً ساده ترین نوع شبکه عصبی ابداع شده می‌باشند. در این نوع از شبکه‌ها اطلاعات تنها در یک جهت، رو به جلو، از نورون‌های ورودی و از طریق نورون‌های پنهان به سمت نورون‌های خروجی حرکت می‌کنند [۱۴].

یک نوع از شبکه‌های پیش‌رو، شبکه‌های پرسپترون چندلایه (MLP: Multi-Layer Perceptron) می‌باشد که نوع مهمی از شبکه‌های عصبی است [۱۵]. این

## مقدمه

بارداری دوره مهمی در زندگی زنان می‌باشد، به طوری که اکثر زنان پس از ازدواج در انتظار بارداری و تولد فرزند می‌باشند. اما متأسفانه به دلایلی برخی از آنان توانایی بارداری را نداشته و نابارور می‌باشند [۱]. ناباروری عدم بارداری پس از یک سال مقاربت جنسی بدون پیشگیری می‌باشد [۲]. ناباروری مشکلی شایع در میان زوج‌ها در سرتاسر جهان می‌باشد، به طوری که ده تا ۱۵ درصد زوج‌ها درگیر این مشکل می‌باشند. در ایران نیز این میزان، حدود نه تا ۲۲ درصد می‌باشد [۱].

خوشبختانه، امروزه ایجاد تست‌های تشخیصی جدید و درمان‌های متعدد، برای زوج‌ها جهت باروری امیدهای زیادی را به وجود آورده است [۳]. فن‌آوری‌های کمک‌باروری (ART: Assisted Reproductive Technology) افق تازه‌ای را به روی زوج‌ها گشوده‌اند. این فن‌آوری‌ها شامل لقاح داخل رحمی اسپرم، درمان هورمونی تخمک گذاری تحریک شده، جراحی لوله، لقاح آزمایشگاهی و رحم جایگزین می‌باشد [۴].

بارداری از طریق فن‌آوری‌های کمکی چندین دهه می‌باشد که مورد استفاده قرار می‌گیرد. ولی در پی این روش‌ها، میزان زایمان زودرس حتی در تک قلوئی‌ها نیز بیشتر بوده است [۵]. زایمان زودرس به زایمان قبل از ۳۷ هفته کامل بارداری اطلاق می‌شود [۶]. با توجه به هزینه‌های ناشی از ART، تولد نوزاد نارس هزینه‌های مضاعفی را به همراه خواهد داشت. تولد زودرس کودک ارتباط چشمگیری با مرگ و میر نوزادان در کوتاه‌مدت یا بلندمدت دارد و علاوه بر آن تاثیر منفی بر نوزاد و رشد او می‌گذارد. تولد نوزاد نارس منجر به هزینه‌های مالی حتی پس از ترخیص از بیمارستان می‌گردد و می‌تواند موانع مالی را برای آموزش و خدمات اجتماعی ویژه بر خانواده و جامعه تحمیل کند [۷]. از عوارض زایمان زودرس می‌توان به مشکلات مهم عصبی، روانی، رفتاری و ربوی اشاره کرد که زندگی آینده نوزاد را تحت تاثیر قرار می‌دهد [۸]. ۸۵ درصد از مرگ و میر نوزادان و ۵۰ درصد از اختلالات عصبی مربوط

نوع از شبکه‌ها به طور معمول دارای سه لایه می‌باشند. لایه اول، لایه ورودی و لایه آخر، لایه خروجی می‌باشد. بین این دو لایه یک (یا چند لایه) قرار دارد که لایه (های) پنهان نامیده می‌شود [۱۶]. قانون آموزش در این نوع از شبکه‌ها، روش پس انتشار خطا می‌باشد. این روش مبتنی بر روش کاهش شیب است که منجر به کاهش خطا می‌گردد [۱۷]. این شبکه‌ها توانایی تخمین هر تابعی با هر درجه از دقت را به شرط برخورداری از تعداد نورون‌های کافی در لایه مخفی دارا می‌باشند [۱۸].

بنابراین، در این پژوهش، به پیش‌بینی زایمان زودرس در مادران باردار شده از طریق فن‌آوری‌های کمک باروری به وسیله شبکه عصبی پرسپترون چند لایه پرداخته شده است.

### روش کار

در این مطالعه که به روش گذشته‌نگر انجام گرفت، تمام زنان باردار شده از طریق فن‌آوری‌های کمک باروری مطالعه گردیدند. که بین سال‌های ۱۳۷۷ تا شهریور ۱۳۹۳ تحت درمان موفق ناباروری قرار گرفته بودند. معیار ورود به مطالعه بارداری از طریق فن‌آوری‌های کمک باروری و زایمان نوزاد زنده بود. معیار خروج از مطالعه نیز ختم حاملگی بر اثر سقط یا مرده‌زایی بود. در این راستا در مجموع ۱۳۰ نمونه در بیمارستان صارم شناسایی گردید. به منظور دسترسی به حداکثر داده‌های بالینی بیماران، نمونه‌گیری انجام نگرفت و از تمام جامعه مورد مطالعه استفاده گردید. به منظور گردآوری داده‌ها، ابتدا متغیرهای تاثیرگذار بر اساس نظر پزشک متخصص زنان و زایمان و بررسی متون مرتبط [۲۲-۱۹، ۱۲، ۶، ۵]، شناسایی شدند و مورد تایید شورای پژوهشی بیمارستان قرار گرفت. سپس این متغیرها از پرونده‌های مربوطه استخراج و در فرم گردآوری داده، طراحی شده براساس منابع معتبر علمی و نظر پزشک متخصص زنان و زایمان، ثبت گردید. در مجموع این فرم شامل ۴۵ متغیر شناسایی شده بود. این متغیرها شامل سن مادر، سن پدر، وزن مادر پیش از بارداری، نوع ناباروری،

مدت زمان ناباروری، نوع فن‌آوری کمک باروری، بیماری‌های پرخطر، ماه لقاح، چندقلویی، سابقه زایمان زودرس، حاملگی قبلی، زایمان قبلی، سابقه سقط، سابقه مرده‌زایی، جنسیت نوزاد(ها)، ضخامت آندومتر، وضعیت اقتصادی، تحصیلات مادر، وضعیت اشتغال مادر، نوع عادت ماهیانه، تعداد(سابقه) ART‌های انجام شده، تعداد تخمک گرفته شده، تعداد جنین منتقل شده، نوع تخمک (تازه، فریز، اهدایی)، فاصله بین بارداری‌ها، دیابت، ترومای جسمی و روانی، وجود عفونت و التهاب در مادر، نوع عفونت، مقاومت به انسولین، خونریزی قبل زایمان، واژینوز باکتریال، پارگی زودرس کیسه آب، انقباضات دردناک، استرس و اضطراب، افسردگی، میزان فعالیت بدنی مادر، مصرف سیگار، مصرف مواد مخدر، مصرف مشروبات الکلی، سندرم آنتی فسفولیپید، ناهنجاری مادرزادی رحم، نارسایی دهانه رحم، خونریزی واژینال در سه ماهه اول و دوم بودند.

در مرحله بعد، متغیرهایی حذف گردید، که مقدار آن‌ها برای تمام ۱۳۰ نمونه منفی بود. سپس سه متغیر دیابت، سابقه مرده‌زایی و زایمان زودرس، به علت اهمیت بالا و فراوانی کم، در متغیر بیماری‌های پرخطر ادغام گردید. در نهایت ۲۲ متغیر در مطالعه باقی ماند. سپس از الگوریتم انتخاب ویژگی و درخت تصمیم سی-آرتی (C-RT) نرم افزار اس‌پی‌اس کلمنتاین (SPSS Clementine)، جهت شناسایی متغیرهای تاثیرگذار استفاده شد. پس از انتخاب متغیرهای غیر همپوشان دو روش ذکر شده، ۱۵ متغیر به عنوان متغیرهای نهایی انتخاب گردیدند. این متغیرها جهت پیش‌بینی نتیجه بارداری (نوزاد ترم یا نوزاد نارس) در شبکه عصبی مصنوعی مورد استفاده قرار گرفت.

در این مطالعه از شبکه عصبی پرسپترون چندلایه برای پیش‌بینی نتیجه زایمان از نظر ترم یا نارس بودن نوزاد استفاده شد. جهت طراحی شبکه MLP از نرم‌افزار متلب (MATLAB) ویرایش ۲۰۱۳ استفاده گردید. با روش آزمون و خطا سائز سه مجموعه عنوان شده انتخاب گردید. بر این اساس ۵۵ درصد داده‌ها برای آموزش، ۱۵ درصد داده‌ها برای اعتبار سنجی و ۳۰ درصد داده‌ها برای آزمون (تست) در نظر گرفته شد. برای

منفی کاذب (FN: False Negative) که نمونه مثبت به اشتباه منفی تشخیص داده شده است [۲۳]. با توجه به نتیجه پژوهش که شامل تولد ترم و تولد نارس بود، ماتریس آشفتگی محاسبه گردید. سپس با استفاده از ماتریس آشفتگی سه معیار ویژگی (Specificity)، حساسیت (Sensitivity) و صحت (Accuracy) محاسبه گردید. در این پژوهش، ویژگی بیانگر میزان پیش‌بینی صحیح شبکه عصبی طراحی شده در شناسایی نوزادان ترم، حساسیت بیانگر میزان پیش‌بینی صحیح شبکه عصبی در شناسایی نوزادان نارس و صحت بیانگر میزان پیش‌بینی صحیح شبکه عصبی در شناسایی نوزادان ترم و نوزادان نارس می‌باشد.

### یافته‌ها

در بین ۱۳۰ نمونه مطالعه، در ۱۱۰ مورد بارداری منجر به تولد نوزاد ترم و ۲۰ مورد منجر به تولد نوزاد نارس گردیده بود. در جامعه مورد مطالعه از فن‌آوری‌های کمک باروری تلقیح داخل رحمی اسپرم (IUI: Intra-Uterine Insemination)، تزریق اسپرم به داخل سیتوپلاسم (ICSI: Intra Cytoplasmic Sperm Injection)، میکروزیفیت (MZ: Micro Zift)، انتقال جنین منجمد (FET: Freezed Embryo Transfer) و تزریق اسپرم به داخل سیتوپلاسم با استفاده از تخمک اهدایی (ICSI EEG Donation)، جهت درمان ناباروری استفاده شده بود.

از میان ۴۵ متغیر عنوان شده، مقاومت به انسولین، خونریزی قبل زایمان، واژینوز باکتریال، پارگی زودرس کیسه آب، انقباضات دردناک، استرس و اضطراب، افسردگی، میزان فعالیت بدنی مادر، مصرف سیگار، مصرف مواد مخدر، مصرف مشروبات الکلی، سندرم آنتی فسفولیپید، ناهنجاری مادرزادی رحم، نارسایی دهانه رحم، خونریزی واژینال در سه ماهه اول و سه ماهه دوم به علت منفی بودن مقادیر آن در بین تمام مادران از مطالعه کنار گذاشته شد. متغیرهای تعداد تخمک گرفته شده و تعداد جنین منتقل شده به دلیل عدم جامعیت در پنج فن‌آوری کمک باروری ذکر شده، نوع تخمک به

تعیین ساختار شبکه عصبی نیز، روش معمول آزمون و خطا مورد استفاده قرار گرفت. برای این منظور سائز شبکه از نورون کم (یک نورون در لایه مخفی) شروع شد، در قبال هر سائز شبکه، آموزش چند بار تکرار شد و نتایج ثبت گردید، سپس یک نورون به شبکه اضافه شد و روند آموزش ادامه می‌یافت. افزایش سائز شبکه به تعدادی ادامه پیدا کرد که شبکه دارای عملکرد قابل قبولی شد و با افزایش نورون عملکرد شبکه بدتر گشت یا ثابت ماند. در این مرحله به عقب برگشته و بهترین عملکرد با در نظر گرفتن نورون کمتر انتخاب گردید. با اعمال این روش در نهایت شبکه ای با هفت نورون در لایه مخفی انتخاب گردید. در لایه خروجی نیز یک نورون مورد استفاده قرار گرفت. در نهایت، شبکه عصبی پرسپترون چند لایه منتخب دارای ۱۵ ورودی، هفت نورون در لایه پنهان و یک نورون خروجی بود. تابع فعال سازی نورون‌های لایه پنهان سیگموئید تانژانتی، و تابع انتقال نورون لایه خروجی سیگموئید لگاریتمی انتخاب شد. روش میانگین مربعات خطا، برای کمینه‌سازی خطا استفاده شده است. با توجه به اتخاذ روش آموزش دسته‌ای در این پژوهش، از الگوریتم‌های آموزش معمول در آموزش دسته‌ای (Batch Training): گرادیان توام مدرج (Scaled Conjugate Gradient)، شبه نیوتن و لونبرگ-مارکواردت (LM: Levenberg-Marquardt)، استفاده شده است. پس از مقایسه کارایی شبکه‌های آموزش دیده با الگوریتم‌های آموزشی متفاوت، در نهایت الگوریتم آموزش لونبرگ-مارکواردت انتخاب گردید که روش پیشنهادی اول در شبکه‌های کوچک می‌باشد. در مسائل تصمیم‌گیری دودویی (Binary)، هر نمونه با عنوان مثبت یا منفی مشخص می‌شود. در این حالت، طبقه‌بندی تقسیمات را می‌توان در ساختاری به نام ماتریس آشفتگی (Confusion Matrix) نمایش داد. ماتریس آشفتگی دارای چهار قسمت می‌باشد: مثبت حقیقی (TP: True Positive) که نمونه به - درستی مثبت تشخیص داده شده است. مثبت کاذب (FP: False Positive)، نمونه‌های منفی که به اشتباه مثبت تشخیص داده شده‌اند. منفی حقیقی (TN: True Negative) که نمونه به درستی منفی تشخیص داده شده است. در نهایت،

دلیل همپوشانی با روش درمان (نوع درمان بیانگر نوع تخمک نیز می باشد) و فاصله بارداری به دلیل وجود زنان نخست زاء، از مطالعه حذف گردید. در ادامه، با ادغام سه متغیر دیابت، سابقه مرده زایبی و زایمان زودرس، به علت اهمیت بالا و فراوانی کم، در متغیر بیماری های پر خطر، ۲۲ متغیر باقی ماند.

جهت شناسایی متغیرهای تاثیر گذار از الگوریتم انتخاب ویژگی و درخت تصمیم C-RT نرم افزار کلمنتاین استفاده شد. در نهایت ۱۵ متغیر سن مادر، سن پدر، وزن مادر پیش از بارداری، نوع فن آوری کمک باروری، عوامل خطر ویژه، ماه لقاح، چند قلوبی، حاملگی قلبی، زایمان قلبی، جنسیت نوزاد(ها)، ضخامت آندومتر، وضعیت اقتصادی، تحصیلات مادر، وضعیت اشتغال مادر و تعداد (سابقه) ART های انجام شده، به عنوان متغیرهای نهایی انتخاب گردیدند.

این متغیرها به عنوان ورودی در شبکه عصبی پرسپترون چند لایه طراحی شده، اعمال گردید. سپس شبکه طراحی شده، مورد آموزش و ارزیابی قرار گرفت. جهت ارزیابی برای محاسبه ویژگی، حساسیت و صحت شبکه عصبی طراحی شده، از ماتریس آشفستگی استفاده شد. در ادامه ماتریس آشفستگی برای مجموعه آزمون و مجموع داده هادر جداول یک و دو نمایش داده شده است.

جدول ۱: ماتریس آشفستگی برای مجموعه آزمون شبکه MLP

تولد نارس	تولد ترم	پیش بینی تولد ترم
۱	۳۰	پیش بینی تولد ترم
۴	۴	پیش بینی تولد نارس

جدول ۲: ماتریس آشفستگی برای مجموع داده های شبکه MLP

تولد نارس	تولد ترم	پیش بینی تولد ترم
۱	۱۰۵	پیش بینی تولد ترم
۱۵	۵	پیش بینی تولد نارس

همانگونه که در جدول یک نمایش داده شده است، از میان ۳۹ داده مجموعه آزمون، ۳۴ مورد تولد ترم و پنج

مورد تولد نارس می باشد. از میان ۳۴ مورد تولد ترم، شبکه عصبی طراحی شده ۳۰ مورد را به درستی تولد ترم پیش بینی کرده است و چهار مورد را به اشتباه تولد نارس پیش بینی کرده است. در پنج مورد تولد نارس شبکه عصبی طراحی شده، چهار مورد را به درستی تولد نارس پیش بینی کرده است و یک مورد را به اشتباه تولد ترم پیش بینی کرده است.

جدول دویانگر آن است که در مجموع ۱۳۰ داده پژوهش، ۱۱۰ مورد تولد ترم و ۲۰ مورد تولد نارس می باشد. همانطور که مشخص می باشد از میان ۱۲۰ مورد تولد ترم، شبکه عصبی طراحی شده ۱۰۵ مورد را به درستی تولد ترم پیش بینی کرده است و پنج مورد را به اشتباه تولد نارس پیش بینی کرده است. در ۲۰ مورد تولد نارس، شبکه عصبی طراحی شده، ۱۹ مورد را به درستی تولد نارس پیش بینی کرده است و یک مورد را به اشتباه تولد ترم پیش بینی کرده است.

مطابق ماتریس آشفستگی نمایش داده شده، ویژگی، حساسیت و صحت شبکه پرسپترون چند لایه طراحی شده در مجموعه آزمون و مجموع داده ها محاسبه گردید. نتایج در جدول سه نمایش داده شده است.

جدول ۳: ویژگی، حساسیت و صحت شبکه MLP در مجموعه آزمون و مجموع داده ها

ویژگی (درصد)	حساسیت (درصد)	صحت (درصد)	مجموعه آزمون
۸۸/۲	۸۰/۰	۸۷/۲	مجموعه آزمون
۹۵/۵	۹۵/۰	۹۵/۴	مجموع داده ها

جدول سه بیانگر آن است که شبکه پرسپترون چند لایه طراحی شده، در مجموعه آزمون دارای صحت ۸۷/۲ درصد، حساسیت ۸۰/۰ درصد، و ویژگی ۸۸/۲ درصد و در مجموع داده ها دارای صحت ۹۵/۴ درصد، حساسیت ۹۵/۰ درصد و ویژگی ۹۵/۵ درصد می باشد.

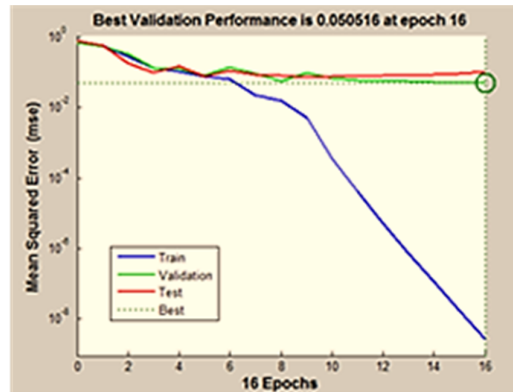
نمودار کارایی شبکه عصبی پرسپترون چند لایه در شکل یک نمایش داده شده است.

عوامل تاثیرگذار بر تولد نارس شناسایی شده بودند. متغیرهای مشترک این مطالعه با مطالعه نلسون [۲۰] و همکاران، سن مادر، نوع درمان و سابقه ART بود. متغیرهای سابقه زایمان زودرس، سابقه زایمان ترم، جنسیت، سابقه زایمان قبلی، چند-قلویی و سن مادر، متغیرهای مشترک این مطالعه با مطالعه کتلی [۱۲] و همکاران می‌باشند. متغیرهای مشترک این مطالعه با مطالعه مرکر [۲۱] و همکاران، وضعیت اقتصادی، سابقه زایمان زودرس، بیماری‌های پرخطر، وضعیت اشتغال و سن مادر می‌باشد. متغیرهای مشترک میان این مطالعه و مطالعه‌ی چن [۲۲] و همکاران، چند قلویی، سن مادر، بیماری، سابقه زایمان زودرس و وزن قبل از بارداری می‌باشد. همچنین متغیر-های مشترک میان این مطالعه و مطالعه گونارتنام [۱۹]، سابقه زایمان زودرس، سابقه زایمان ترم، زایمان‌های قبلی، جنسیت نوزاد، استفاده از فن‌آوری‌های کمک باروری و سه متغیر فشار خون مادر، فشار خون مزن مادر، دیابت به عنوان گروه‌هایی از عوامل خطر ویژه، می‌باشد.

در میان مطالعات پیشین، کتلی و همکاران نیز از شبکه عصبی برای پیش‌بینی تولد زودرس، تولد زودرس با خطر بالا و زایمان زودرس با خطر بالا همراه احیا با استفاده از اکسیژن، استفاده کرده‌اند که شبکه MLP با هشت ورودی (به عنوان متغیرهای موثر) به طور موفقیت‌آمیزی نتایج ذکر شده را پیش‌بینی می‌کند. این شبکه تولد زودرس، تولد زودرس با خطر بالا و زایمان زودرس با خطر بالا همراه احیا با استفاده از اکسیژن را به ترتیب با ۸۸/۶ درصد، ۹۲/۲ درصد و ۸۵/۱ درصد اختصاصیت پیش‌بینی می‌کند [۱۲].

همچنین مطالعه‌ای در سال ۲۰۰۴ در کشور ترکیه با هدف مقایسه کارایی شبکه‌های عصبی MLP و شبکه عصبی شعاع‌مینا (Radial Basis Function (RBF)) برای «طبقه‌بندی تنگی شریان کاروتید در بیماران مبتلا به بیماری شریان کرونری» انجام گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که شبکه MLP با حساسیت ۸۶/۷ درصد و شبکه RBF با حساسیت ۸۳/۳ درصد تنگی شریان کاروتید را طبقه‌بندی می‌کند [۲۴].

در مطالعه‌ای که توسط گوهری و همکارانش با عنوان «الگوی شبکه عصبی مصنوعی در تحلیل بقای سرطان معده» در سال



شکل ۱: نمودار کارایی شبکه عصبی پرسپترون چند-لایه

شکل یک نمایانگر آن است که خطای شبکه پس از ۱۶ گذر (Epoch) در اعتبارسنجی به مقدار ۰/۰۵۰۵۱۶ رسیده است. خطای مجموعه آزمون به خطای اعتبارسنجی همگرا گردیده است. خطای آموزش نیز به صفر همگرا گردیده است.

### بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه برای پیش‌بینی تولد نوزادان نارس در مادران باردار شده از طریق فن‌آوری‌های کمک باروری، از شبکه عصبی استفاده شد. شبکه پرسپترون چند لایه آموزش دیده، قابلیت پیش‌بینی نتیجه بارداری از نظر تولد نوزاد ترم و نارس در مادران باردار شده از طریق فن‌آوری‌های کمک باروری را دارا بود.

ترکیب متغیرهای غیرهمپوشان الگوریتم انتخاب ویژگی و درخت تصمیم CRT، در این مطالعه به انتخاب ۱۵ متغیر به عنوان ورودی شبکه پرسپترون چند لایه منجر شد. این متغیرها شامل سن مادر، سن پدر، وزن مادر پیش از بارداری، نوع فن-آوری کمک باروری، عوامل خطر ویژه، ماه لقاح، چندقلویی، حاملگی قبلی، زایمان قبلی، جنسیت نوزاد(ها)، ضخامت آندومتر، وضعیت اقتصادی، تحصیلات مادر، وضعیت اشتغال مادر و تعداد (سابقه) ART‌های انجام شده، بودند. برخی از این متغیرها در مطالعات پیشین نیز به عنوان

ابزاری مفید در پیش‌بینی تولد نوزاد نارس در مادران باردار شده از طریق فن‌آوری‌های کمک باروری باشد. بنابراین، با استفاده از این شبکه برای پیش‌بینی زایمان زودرس که منجر به تولد نوزاد نارس می‌گردد، می‌توان روش‌های پیشگیری از عارضه تولد نوزاد نارس و مداخلات مناسب و بهنگام را در طی بارداری به کار گرفت. پیگیری‌های مکرر برای مادری که سیستم برایش نوزاد نارس پیش‌بینی می‌کند، توسط پزشک متخصص پیشنهاد می‌گردد که در نتیجه، استفاده از این شبکه می‌تواند در کاهش نتایج نامطلوب بارداری و مدیریت مادران باردار تاثیر به‌سزایی داشته باشد.

در مطالعه حاضر، از یک الگوریتم شبکه عصبی برای آموزش مجموعه داده مادران باردار شده از طریق فن‌آوری‌های کمک باروری استفاده شد. پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آینده، با استفاده از الگوریتم‌های دیگر، بهترین الگوریتم، شناسایی شود.

### تشکر و قدردانی

این مقاله بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد تحت عنوان «طراحی سیستم تصمیم یاربالینی پیش‌بینی تولد نوزادان نارس در مادران باردار شده از طریق فن‌آوری‌های کمک باروری» می‌باشد که توسط دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران پشتیبانی شده است. بدین وسیله از همکاران مرکز فوق تخصصی صارم که درامرگردآوری داده ما را یاری رساندند، کمال تشکر را داریم.

۹۳ انجام گرفت، خطای پیش‌بینی در الگوی انتخاب شده، برابر  $37/7$  درصد و سطح زیر منحنی راک برابر  $0/732$  به دست آمد. پیش‌بینی صحیح برای سانسور شدن  $71/4$  درصد و پیش‌بینی صحیح مرگ بیماران نیز  $50$  درصد به دست آمد. نتایج این مطالعه شبکه عصبی را به عنوان رویکردی مناسب برای پیش‌بینی بقای بیماران مبتلا به سرطان معده عنوان کرد که این پیش‌بینی‌ها می‌تواند در دسته‌بندی این بیماران استفاده شود [۲۵].

رای و همکارانش در سال ۱۹۹۹ در انگلستان، سیستمی برای «پیش‌بینی ریسک استئوپروز در زنان» با استفاده از شبکه عصبی MLP و الگوریتم یادگیری پس انتشار برای آموزش داده‌ها، طراحی کردند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد با ۲۰ مورد از ریسک فاکتورهای مهم، این سیستم نسبت به سیستم‌های سنتی آماری برای پیش‌بینی نتایج استئوپروز، قدرت بیشتر و بهتری دارد و شبکه MLP با  $83/0$  درصد صحت و رگرسیون لجستیک با  $72/8$  درصد صحت، نتایج استئوپروز را پیش‌بینی می‌کند [۲۶].

همچنین مطالعه‌ای با هدف «طراحی سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی به منظور کشف اولیه سرطان پروستات از بزرگی خوش‌خیم پروستات» توسط مصطفی قادرزاده و همکاران در سال ۲۰۱۲ در ایران، انجام گردید. نتایج حاصل نشان داد که شبکه MLP با حساسیت  $92/11$  درصد و ویژگی  $97/06$  درصد، سرطان پروستات و بزرگی خوش‌خیم پروستات را طبقه‌بندی می‌کند [۲۷].

مطالعه‌ای توسط بویس و همکاران در سال ۲۰۰۰ با هدف شناسایی توده‌های ماموگراف‌های دیجیتالی با استفاده از شبکه‌های عصبی MLP و RBF در انگلستان انجام گرفت. نتایج نشان داد که شبکه MLP با سطح زیر منحنی راک برابر با  $0/74$ ، بهترین کارایی را نسبت به شبکه RBF با سطح زیر منحنی راک برابر با  $0/73$  داشت [۲۸].

بنابراین، با توجه به نتایج مطالعه حاضر و مقایسه آنها با مطالعات انجام شده پیشین، این نتیجه حاصل می‌شود که شبکه عصبی پرسپترون چندلایه با ورودی‌های مناسب می‌تواند



## References

1. Amini L, Safaei Z, Jamshidi R, NesaniSamani L. [Comparison of outcomes of pregnancy after IVF and spontaneous pregnancy in primigravida women in education and health centers in Tehran in 2012]. *Bimonthly Journal of Urmia Nursing and Midwifery Faculty* 2013;11(9):706-7013. [Persian]
2. Danforth DN, Gibbs RS. *Danforth's obstetrics and gynecology*. 10th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2008.
3. Keel BA, May JV, DeJonge CJ. *Handbook of the assisted reproduction laboratory*. Translated by Arefi S, Akhondi M-M, AmirJanati N. Tehran: Avicenna Research Institute; 2005.
4. Levesque C. *Assisted Reproductive Technologies*. *BioTeach Journal* 2004;2:6-12.
5. Henriksen TB, Baird DD, Olsen J, Hedegaard M, Secher NJ, Wilcox AJ. Time to pregnancy and preterm delivery. *Obstetrics and Gynecology* 1997;89(4):594-9.
6. Cunningham F, Leveno K, Bloom S, Spong CY, Dashe J. *Williams Obstetrics* 23/ed. c. Translated by Valadan M, Razaghi S, Faghani-Jadid N, Ghorbani M-N. Tehran: Arjmand; 2011.
7. Petrou S, Sach T, Davidson L. The long term costs of preterm birth and low birth weight : results of a systematic review. *Child: Care, Health and Development* 2001;27(2):97-115.
8. Maner WL, Garfield RE. Identification of human term and preterm labor using artificial neural networks on uterine electromyography data. *Annals of biomedical engineering* 2007;35(3):465-73.
9. Shi S-Q, Maner WL, Mackay LB, Garfield RE. Identification of term and preterm labor in rats using artificial neural networks on uterine electromyography signals. *American journal of obstetrics and gynecology* 2008;198(2): 235. e1-235. e4.
10. Goodwin L, Maher S. Data mining for preterm birth prediction. *Proceedings of the 2000 ACM symposium on Applied computing- Volume 1*; 2000 Mar 19-21, Como, Italy. 2000. p. 46-51.
11. Sadat Hashemi M, Kazemnejad A, et al. Predicting the type of pregnancy using artificial neural networks and multinomial logistic regression: a comparison study. *Neural Comput & Applic* 2005;14: 198-202.
12. Catley C, Frize M, Walker CR, Petriu DC. Predicting high-risk preterm birth using artificial neural networks. *Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on* 2006;10(3):540-9.
13. Durairaj M, Thamilselvan P. Applications of Artificial Neural Network for IVF Data Analysis and Prediction. *Journal of Engineering Computers & Applied Sciences* 2013;2(9):5-11.
14. Singh Y, Chauhan AS. Neural networks in data mining. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology* 2009;5(6):37-42.
15. Haykin S. *Neural networks: a comprehensive foundation* 2nd edition. New York : Macmillan ; 1999.



16. Al-Shayea QK. Artificial neural networks in medical diagnosis. *International Journal of Computer Science Issues* 2011;8(2):150-4.
17. Kriesel D. A brief introduction to neural networks. 2007 [cited 2015Aug 25]. Available from: URL: [http://www.dkriesel.com/en/science/neural\\_networks](http://www.dkriesel.com/en/science/neural_networks)
18. Hagan MT, Demuth HB, Beale MH. *Neural network design*. Translated by Kia M. Tehran: Kian Rayaneh; 2011.
19. Gunaratnam M. *A Web-Based Perinatal Decision Support System Framework Using a Knowledge-Based-Approach to Estimate Clinical Outcomes: Neonatal Mortality and Preterm Birth in Twins Pregnancies:[MSc Thesis]*. Ottawa: Carleton University; 2013.
20. Nelson SM, Lawlor DA. Predicting live birth, preterm delivery, and low birth weight in infants born from in vitro fertilisation: a prospective study of 144,018 treatment cycles. *PLoS medicine* 2011;8(1):e1000386.
21. Mercer B, Goldenberg R, Das A, Moawad A, Iams J, Meis P, et al. The preterm prediction study: a clinical risk assessment system. *American journal of obstetrics and gynecology* 1996;174(6):1885-95.
22. Chen H-Y, Chuang C-H, Yang Y-J, Wu T-P. Exploring the risk factors of preterm birth using data mining. *Expert Systems with Applications* 2011;38(5):5384-7.
23. Davis J, Goadrich M. The relationship between Precision-Recall and ROCcurves. *Proceedings of the 23rd international conference on Machine learning*; 2006 Jun 25-29, Pittsburgh, Pennsylvania. 2006. p. 233-40.
24. Yıldırym H, Altınsoy HB, Barıpcı N, Ergün U, Oğur E, Hardalaç F, et al. Classification of the frequency of carotid artery stenosis with MLP and RBF neural networks in patients with coroner artery disease. *Journal of medical systems* 2004;28(6):591-601.
25. Gohari M-R, Mokhtari P, Pourhoseingholi M-Amin, Biglarian A. [Artificial Neural Network in survival analysis of gastric cancer patients *Journal of the Iranian Institute for Health Sciences Research*] 2014;13(3):285-91. [Persian]
26. Rae SA, Wang WJ, Partridge D. Artificial neural networks: a potential role in osteoporosis. *Journal of the Royal Society of Medicine* 1999;92(3):119-22.
27. Ghaderzadeh M SF, Ketabat A. [Designing a Clinical Decision Support System Based on Artificial Neural Network for Early Detection of Prostate Cancer and Differentiation from Benign Prostatic Hyperplasia] *Health Information Management* 2012;9(4):457-64. [Persian]
28. Bovis K, Singh S, Fieldsend J, Pinder C. Identification of masses in digital mammograms with MLP and RBF nets. *Neural Networks, 2000 IJCNN 2000, Proceedings of the IEEE-INNS-ENNS International Joint Conference on*; 2000Jul 24-27, Como, Italy. 2000. p. 342 –7.



# Predicting Premature Birth in Pregnant Women via Assisted Reproductive Technologies using Neural Network

Langarizadeh M<sup>1</sup>/ Ghazi Saeedi M<sup>2</sup>/ Karam Niay Far M<sup>3</sup>/ Hoseinpour M<sup>4</sup>

## Abstract

**Introduction:** Nowadays, assisted reproductive technologies are widely used to treat infertility in couples. Studies indicate that the rate of premature birth after using Assisted Reproductive Technologies has been increased as compared to normal pregnancies. The purpose of our study was predicting premature birth in pregnant women via Assisted Reproductive Technologies using artificial neural networks.

**Methods:** In this retrospective study, initially 45 variables were identified as effective factors for prediction of premature birth in pregnant women via Assisted Reproductive Technologies and data of 130 women were extracted using clinical records in Sarem hospital in Tehran from 1998 to 2014 in October and November, 2014. The most important variables were identified as effective variables using feature selection algorithm and decision tree in SPSS Clementine. Multi-Layer Perceptron network was designed to predict the premature birth in Matlab software. Confusion matrix was used for evaluation in order to calculate accuracy, sensitivity and specificity.

**Results:** We identified fifteen effective features using feature selection algorithm and decision tree as inputs of the neural networks. Multi-Layer Perceptron network was designed and evaluated. The accuracy, sensitivity and specificity of the test data were 87.2%, 80.0% and 88.2%, respectively and for the total data were 95.4%, 95.0% and 95.5%, respectively.

**Conclusion:** According to the results, designed neural network for predicting premature birth in pregnant women via Assisted Reproductive Technologies can be helpful in prevention of premature birth complications.

**Keywords:** Assisted Reproductive Technology, Neural Network, Premature Birth

• Received: 27/Jan/2015 • Modified: 14/Sep/2015 • Accepted: 9/Nov/2015

1. Assistant Professor of Department of Health Information Management, School of Health Management and Information Sciences, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2. Assistant Professor of Department of Health Information Management, School of Allied Medical Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3. Obstetrician and Gynecologist, Sarem Cell Researches Center, Sarem Hospital, Tehran, Iran; Corresponding Author (drkaramnia@yahoo.com)
4. MSc. of Medical Informatics, School of Allied Medical Sciences, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

